

野球投手の投球動作がボールコントロールに与える影響

身体運動科学研究領域

5017A029-9 島 公嗣

研究指導教員：矢内 利政 教授

【諸言】野球において投手の目標は、相手に与える得点を最小限に抑えることである。投手はこの目標を達成するために、様々なコースに向けて様々な飛翔軌道の投球を行う。狙ったコースへの投球を繰り返し正確に投球することをボールコントロールといい、狙ったコースへ正確に投球すること、同じコースへ繰り返し投球を行った際にボール到達位置のばらつきを少なく投球することの2つの要素を高めて精度高くボールコントロールをすることが重要である。

精度高くボールコントロールするためには投球動作を細かく調節することが重要であると考えられる。Shinya et al(2017)はボールリリース(以下BR)タイミングの変動がボール到達位置の再現性に影響を与えていることを報告しており、投球動作の変動を抑えることでボール到達位置が安定することが示唆されている。また、BR前後の手部の軌道、BR時の手角度を変化させることでボール到達位置も変化することが報告されている(Watts et al.,2004、永見ら,2009)。つまり、BR付近の投球腕の肢位によって到達位置が変化し、これらの変動を抑えることで投球の再現性が向上すると考えられる。加えて、投球されるボールはBR時の速度ベクトルによって到達位置が変化していることから(草深ら,2018)、BR時までにボールに加わった力の力積がボールコントロールの精度に影響を与えていると考えられる。また、投球する球種によってBR時の投球動作が異なる特徴を有するため、高い精度でボールコントロールするための投球動作についても異なる特徴を持つはずである。そこで本研究では①ボール到達位置に影響を与える因子のストレートとカーブの違いについて検証するとともに、②投球の正確性や再現性の個人差に関連する因子を2球種について検証することで投手が精度高くボールコントロールをするための要因を明らかにすることを目的とした。

【方法】被験者は野球経験のある男子大学生10名(身長 $1.75 \pm 0.04\text{m}$ 、体重 $65 \pm 5\text{kg}$ 、年齢 20 ± 1.5 歳)で、全ての被験者は右上手投げであった。電氣的に同期された3台の高速度カメラを用いて被験者の投球腕に貼付したマーカーとボールを撮影した。投球を行う際、捕手の構えた位置に向けて普段どおりの投球を行うように指示を与えた。撮影した映像を、動作解析ソフト(Frame Dias V,DKH社製)を用いてデジタイズしてマーカー位置とボール中心位置の3次元座標を計測した。加えて無線接続された2台の高速度カメラを用いて投球されたボールがホームベースを通過した時点でのボール到達位置を撮影した。取得したマーカー位置の3次元座標を用いて、前腕回外角度と手関節屈曲、撓屈角度を算出した。また、ボール中心座標の3次元座標を用いて肩関節最大外旋時(MER時)にボールが有する運動量と、MER時からBR時までにボールに加えられた力積の各軸成分を算出した。ボールコントロールの精度の高さを定量化するため、投球されたボールがどれだけ正確に目標に到達したか(正確性)、どれだけ変動が小さいか(再現性)をボール到達位置と目標の差分の平均値とボール到達位置の標準偏差として算出した。ボール到達位置に影響を与える投球動作について検討するために、ボール到達位置鉛直成分と左右成分それぞれを従属変数として球種、被験者、BR時の前腕回外角度、手関節屈曲角度、手関節撓屈角度、MER時のボールの運動量とBR時までにボールに加わった力積を独立変数としてステップワイズの重回帰分析を行った。異なる球種を投じることによる前腕角度と手関節角度の影響の変化を検討するために交互作用項も独立変数とした。有意水準は5%未満とした。投球の正確性は各被験者、球種ごとの算出変数の平均値との関連について、投球の再現性は各被験者、球種ごとの標準偏差との関連について Pearson の積率相関

分析を用いて検定した。有意水準は 5%未満とした。

【結果と考察】 ボール到達位置鉛直成分を従属変数として重回帰分析を行った結果、球種、被験者、前腕回外角度、MER-BR 時力積鉛直成分と投球方向成分、MER 時運動量鉛直成分を独立変数とする有意な回帰式が得られた(表 1)。また、ボール到達位置左右成分を従属変数とした場合において、被験者、MER-BR 時力積投球方向成分と左右成分、MER 時運動量投球方向成分と左右成分、球種と手関節屈曲角度による交互作用項を独立変数とする有意な回帰式が得られた(表 1)。MER 時の運動量と MER 時から BR までにボールへ加えられた力の力積によって BR 時のボールの速度ベクトルが決まり、速度ベクトルによってボール投射角度が変化する。それに伴いボール到達位置鉛直成分と左右成分が変化したことが考えられる。また、ボールの回転軸は手部の方位に影響を受けて変化していることが報告されている(Jinji et al.,2011)。そのためボール到達位置鉛直成分が BR 時の前腕回外角度、左右成分が BR 時の手関節屈曲角度の影響を受けて変化するの、BR 時の関節角度の大きさに応じて投球されるボールの回転軸が変化することに起因することが考えられる。

カーブを投球する際の正確性についてボール到達位置鉛直成分の正確性は BR 時の前腕回外角度との間に有意な正の相関関係($r=0.73$)が、MER-BR 時力積投球方向成分との間に有意な負の相関関係($r=-0.67$)が認められた($p<0.05$)。カーブを投球する際に前腕がより回外位にある投手ほど左打者方向へ到達し、BR 時までにボールに加えられた力積投球方向成分がより大きな投手ほど右打者方向へ到達することが明らかになった。カーブの投球においてボール到達位置鉛直成分の再現性は MER-BR 時力積投球方向成分と鉛直成分との間に有意な正の相関関係が認められ($r>0.64, p<0.05$)、ボール到達位置左右成分との再現性について MER 時運動量鉛直成分と MER-BR 時力積投球方向成分との間に有意な正の相関関係が認められた($r>0.67, p<0.05$)。カーブを投球する際にボールの運動量と BR 時までにボールに加えられた力積の

変動が小さな投手ほど再現性が高くなることが明らかになった。

これらの結果より投手が精度高くボールコントロールをするためにはどのような方策が有効であるのかについて考えることができる。ボール到達位置の鉛直成分と左右成分は MER 時のボールの運動量と BR 時までにボールに加えられた力の力積の影響を受けて変化することが明らかになった。そのため投手は加速期の投球動作に着目し、投手がよりボールに力を伝えやすい投球動作にすること、投球毎にボールへ加わる力のばらつきが大きくならないように投球動作を一定にすることが大切であると考えられる。回転軸の変化は到達位置のばらつきを生じさせるため、BR 時の関節角度は投球する球種で一定にすることが投手にとって大切であると考えられる。また、カーブを投球する際に正確性と再現性を高めるためには、BR 時の前腕回外角度とボールに加える力を目標とするコースに応じて増減させること、投球ごとにボールへ加える力の変動を小さくすることが有効な方策である可能性が示唆された。

表 1：重回帰分析の結果

従属変数	独立変数	非標準化偏回帰係数	標準化偏回帰係数	累積寄与率(%)	
ボール到達位置鉛直成分	前腕回外角度	-0.002	-0.19	5	*
	MER-BR時力積鉛直成分	1.99	1.86	10	**
	MER時運動量鉛直成分	2.45	1.92	16	**
	sub7	-1.21	-1.10	31	**
	球種	0.23	0.35	45	**
	sub9	0.38	0.34	52	**
	MER-BR時力積投球方向成分	0.31	0.49	53	**
	sub3	0.19	0.17	54	**
	sub4	-0.23	-0.20	56	**
	MER-BR時力積投球方向成分	-0.84	-1.37	7	**
ボール到達位置左右成分	MER-BR時力積左右成分	2.76	1.96	19	**
	MER時運動量左右成分	1.81	1.58	34	**
	sub5	-0.81	-0.77	45	**
	MER時運動量投球方向成分	-0.87	-0.60	50	**
	sub1	-0.26	-0.24	51	**
	sub3	-0.27	-0.25	54	**
	球種×手関節屈曲角度	-0.01	-0.31	57	**

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$